

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003年9月18日 (18.09.2003)

PCT

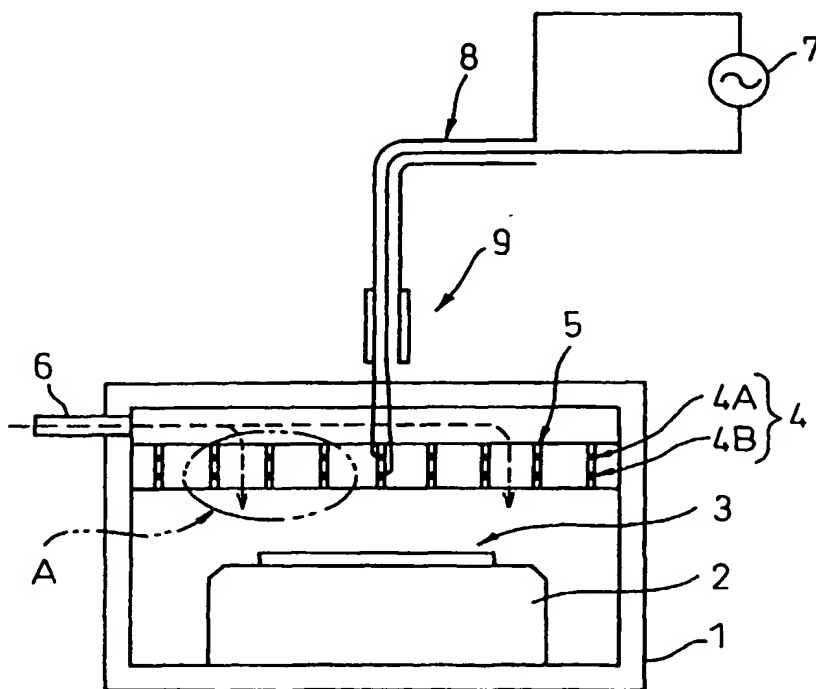
(10) 国際公開番号
WO 03/077294 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/205 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 宮川 和久 (MIYAGAWA, Kazuhisa) [JP/JP]; 〒220-0101 神奈川県 津久井郡城山町 町屋 1 丁目 2 番 4 1 号 東京エレクトロン E E 株式会社内 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/03116
- (22) 国際出願日: 2003年3月14日 (14.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 石田 敬, 外 (ISHIDA, Takashi et al.); 〒105-8423 東京都 港区 虎ノ門 三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-70504 2002年3月14日 (14.03.2002) JP (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: PLASMA PROCESSOR

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置



(57) Abstract: An electromagnetic field forming coil of a plasma processor is used as a balanced two-line transmission line (4), and the conductors (4a, 4b) of the balanced two-line transmission line (4) are disposed up and down on the top of the wafer (3). A parallel and uniform electromagnetic field is formed on the wafer by the balanced two-line transmission line (4). A gas introduction hole (10) is formed on the top of the balanced two-line transmission line (4) to cause a gas to pass through the electromagnetic field of the balanced two-line transmission line (4). The balanced two-line transmission line (4) can be made spiral.

(57) 要約: プラズマ処理装置の電磁界形成用コイルを平衡2線伝送線(4)とし、ウエハ3の上部に平衡2線伝送線(4)の導体(4a, 4b)を上下に配置する。平衡2線伝送線(4)により、ウエハ(3)に平行で均一な電磁界を形成できる。ガス導入孔(10)は、平衡2線伝送線

(4)の上部に形成し、平衡2線伝送線(4)の電磁界を通過してウエハ(3)に流れるようにする。平衡2線伝送線(4)はスパイラル状とすることもできる。



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

プラズマ処理装置

発明の分野

本発明は、プラズマ処理装置に関し、たとえば、半導体製造工程におけるプラズマCVD、プラズマエッチング等のプラズマ処理装置に関する。

背景技術

従来から、プラズマは、成膜、表面改質、エッチング等を行うプロセスに利用され、大きな成果を得ている。プラズマ状態は、減圧下で直流、高周波、マイクロ波などにより形成された電磁界に不活性ガスや反応性ガスを導入し、加速された電子とガス分子とが衝突電離することにより生じ、化学的に活性なイオンやラジカル（励起原子、分子）などの粒子を生成する。

たとえば、プラズマCVD技術は、反応性ガスのプラズマ中で生成された活性な粒子により、基板表面での化学反応を促進し、薄膜を形成する技術である。

また、ドライエッチングはエッチングガスを放電分解し、発生したラジカルやイオンによりエッチングを行うもので、電界によりイオンの運動方向と運動エネルギーを制御し、高周波電極上に置かれた試料の異方性エッチングが行われる。

減圧室におけるプラズマを利用して成膜、表面改質、及びエッチング等を行うプラズマ処理装置においては、均一な特性を達成するために、均一なプラズマを形成することが必要である。特に、半導体製造のためのプラズマCVD装置及びエッチング装置においては

、ウエハ面内での均一な成膜、均一な加工のために、均一なプラズマを形成することが望まれている。特に、ウエハが12インチのように大口径化し、プロセスの低温化が進行している現在では、ウエハ表面に均一なプラズマを形成する必要性は増大している。そして、均一なプラズマの形成のためには、プラズマ形成のための電磁界を均一に形成することが必要で、重要課題となっている。

従来のプラズマ処理装置の一例である誘導結合型プラズマエッチング装置にあっては、円筒形のプロセスチャンバの側面に高周波コイルを巻回して高周波電磁界をチャンバ内に生成させるものがあったが、発生する電磁界の密度は、コイルの中心部では、周辺部に比べて小さくなり、均一な電磁界を形成することは困難であった。

電界及び磁界の密度はコイル導体からの距離に反比例する。すなわち、電流 I の流れる導体から R 離れた点の磁界の強さ H は、 $H = I / 2 \pi R$ (A / m) で表わされ、また、単位長当たりの電荷 Q を持つ導体からの距離 R 離れた点の電界の強さは、 $E = Q / 2 \pi \epsilon R$ (V / m) で表わされる。

したがって、電界及び磁界の密度はコイル導体の直近で最も大きくコイルから離れると弱くなり、コイルの中心が最も弱くなる。したがって、形成される電磁界もコイル近傍が強くコイル中心部が弱くなってしまう。

また、スパイラル状にプロセスチャンバ上部にコイルを配置するものにあっては、スパイラル状のコイル全体のインピーダンスが各種チャンバに適用するごとに変化して、高周波に対して整合がとりにくいという問題点があった。

さらに、スパイラルコイルを複数用いてマルチスパイラル構成とするプラズマ処理装置においても同様に、コイル近傍とコイルから離れた地点とでは、電磁界密度が異なり、均一な電磁界を形成する

ことは困難であった。

アンテナによる放射電磁界を利用してプラズマを形成する方法にあっては、均一な電磁界を形成するための方法として、スロットアンテナやスポークアンテナを利用するものがあるが、どのアンテナも、給電点を中心に同心円状の放射パターンを示し、放射電界も、 $E = 60 \pi I L / \lambda R$ (V/m) (Iは電流、Lはアンテナ長、 λ は波長)で示されるように、給電点からの距離Rに反比例する。したがって、面方向に均一な電磁界を形成することは困難である。

その寸法形状も周波数の1/4波長を基本とする制約があり、たとえば使用周波数が80MHzであれば、1/4波長は約90cmとなり、プロセスチャンバに適用するのは無理がある。また、放射電磁波はプロセスチャンバの壁面で反射や干渉を起こし、所望の電磁界を得るための制御は難しい。

発明の開示

本発明は、上記従来の問題点に鑑み、プラズマ処理装置において、高周波を効率的に導入し、電磁界分布を均一にすることを目的とする。

本発明は、高周波を効率的に導入し、電磁界分布を均一にするために、電磁界形成のためのコイルを平衡2線伝送線で形成し、平衡2線を上下の関係になるように配置したものである。

平衡2線伝送線においては、終端部の負荷インピーダンスを平衡2線の特性インピーダンスに等しくすると、整合状態となり、電磁波は進行波のみとなる。したがって、高周波を効率よく伝送することができ、形成される電磁界は伝送方向に進行するので伝送方向に均一となる。

また、平衡2線を上下の関係で配置したから、ウエハ表面に平行

な均一電磁界を形成することができる。

さらに、平衡 2 線伝送線の損失が無視できるものであれば、特性インピーダンスは、 $Z = \sqrt{L / C}$ となり、使用する高周波の周波数には依存しないので、異なる周波数に対してインピーダンスの変更なしに整合を確保できる。

平衡 2 線伝送線はウエハ上に折曲して配置すればよく、特にスパイラル状又は蛇行線状に構成することによって、さらに電磁界分布を均一にできる。

本発明の平衡 2 線伝送線の平面に占める面積は小さいので、ガス導入経路を広く確保することができ、上部からのガス導入も容易となる。

電磁界の前進方向で高周波エネルギーが減衰するときには、隣接する平衡 2 線伝送線の間隔たとえばスパイラルないし蛇行の間隔を徐々に狭くすることによって、エネルギーの減衰を補償することができる。

外部要因等により電磁界が不均一になる場合にも、隣接する平衡 2 線伝送線の間隔を調整することにより、均一な電磁界に補正することができる。

平衡 2 線伝送線は、減圧室内外に配置することができる。また、2 線の一方を減圧室に、他方を減圧室外の大気圧側に配置することができる。この場合、平衡 2 線伝送線を支持する誘電体中にガス導入経路を設けることにより、プラズマ化の効率を上げることができる。

また、平衡 2 線伝送線は、各 1 本の導体が設けられた 2 枚の誘電体板を間隔をあけて上下に配置し、その間をガス導入経路とすることもできる。

なお、平衡 2 線伝送線を減圧室内に配置する場合、平衡 2 線伝送

線をヒータと兼用することができ、装置構成を簡素化できる。

マイクロストリップ線路のストリップ導体を減圧室に配置すれば、平衡２線伝送線に代えてマイクロストリップ線路を用いることもできる。この場合には、誘電体中にガス導入経路を設ければよい。マイクロストリップ線路として、接地導体面上の空間にワイヤを配置するものを用いることも可能である。この場合には、接地導体面上の空間とワイヤを減圧側に配置し、接地導体面とワイヤ間の空間にガスを導入すればよく、装置構成を簡素化できる。

図面の簡単な説明

本発明を添付の図面を参照しながら以下に説明する。

図１は、本発明によるプラズマ処理装置を示す概略図、

図２は、本発明によるスパイラル状平衡２線伝送線を示す図、

図３は、本発明によるスパイラル状平衡２線伝送線の一部詳細図

、

図４Ａは、本発明による蛇行線状平衡２線伝送線を示す図、

図４Ｂは、本発明による蛇行線状平衡２線伝送線の電流の流れを示す図、

図５は、本発明の平衡２線伝送線を大気圧側に配置した実施形態を示す図、

図６は、本発明の平衡２線伝送線の誘電体にガス導入経路を設けた実施形態を示す図、

図７は、本発明の平衡２線伝送線の誘電体にガス導入経路を設けた他の実施形態を示す図、

図８は、本発明の平衡２線伝送線をヒータとする実施形態を示す図、そして、

図９は、本発明の平衡２線伝送線をヒータとする他の実施形態を

示す図である。

発明の実施の形態

図 1 は、本発明のプラズマ処理装置の一実施形態を示す概略図であり、図 2 は、本発明のスパイラル状の平衡 2 線伝送線を示す概略図である。

本発明のプラズマ処理装置の処理容器は A 1 等の円筒形の減圧室であるプロセスチャンバ 1 として形成され、プロセスチャンバ 1 の下部には、ウェハ 3 を載置するウェハ載置台 2 が設けられ、上部には、バラン 9、同軸ケーブル 8 を介して高周波電源 7 に接続する平衡 2 線伝送線 4 を備える。図 2 に示すように、平衡 2 線伝送線 4 は、支持と絶縁と保護とを兼ねる誘電体 5 で覆われ、平衡 2 線伝送線 4 の 2 線である導体 4 a、4 b は上下の関係で、ウェハ 3 の上部に配置され、ウェハなしチャンバの中心部からスパイラル状に周辺部に至っている。

平衡 2 線伝送線の導体 4 a、4 b の断面形状は丸、四角、その他いずれでもよく、導体 4 a、4 b のサイズは、丸型であれば 5 mm ϕ ~ 10 mm ϕ 程度を用いる。その他の断面形状についても、同程度のサイズを用いればよい。平衡 2 線を構成する 2 つの導体 4 a、4 b 間の間隔はあまり小さくすることなく、40 ~ 60 mm 程度が適当である。スパイラルの間隔 L は平衡 2 線を構成する 2 つの導体 4 a、4 b 間の間隔の 1 ~ 1.5 倍程度でよい。ウェハ 3 との距離は 5 ~ 10 cm 程度が適当である。

平衡 2 線伝送線 4 は減圧室であるプロセスチャンバ内に收容されているので、セラミック等の誘電体 5 で完全に覆う方がよい。導体 4 a、4 b の材料はいずれでもよい。高温に耐える必要があれば、タングステン線やモリブデン線等を使用してもよいが、プラズマ耐

性、金属汚染防止等の必要から、導体表面に溶射等の方法で窒化物、炭化物、酸化物等のセラミックによる被覆を施すか、ホットプレスのような成型加工方法によりセラミックで囲う必要がある。また、平衡 2 線をまとめて誘電体で覆うのではなく、誘電体で覆われた 1 本の伝送線を 2 線上下に配置して、平衡 2 線伝送線としてもよい。

平衡 2 線伝送線 4 への高周波の導入は、高周波電源 7 から同軸ケーブル 8、バラン 9 を介してプロセスチャンバの上面中央部から行われる。不平衡線である同軸ケーブル 8 から平衡 2 線伝送線への給電はバラン 9 を介して変換する。ここで、バラン 9 は、長さ 4 分の 1 波長の円筒管を同軸ケーブルにかぶせたシュベルトップ型バランを用いている。平衡 2 線伝送線の終端には負荷インピーダンス Z_1 が結線されインピーダンスの整合を行っている。

高周波の導入は、中心部からではなく、周辺部から導入し中心部で負荷に結線してもよく、周辺部から導入する場合、プロセスチャンバ上面からではなく、側面から導入してもよい。

また、プロセスチャンバ 1 が角型であれば、これに合わせて角型スパイラルとしてもよい。

プラズマ形成時平衡 2 線伝送線 4 の電磁界はプラズマのエネルギーとして消費されるのでしだいに減衰してゆくが、減衰量を加味してスパイラルの間隔 L を徐々に密になるように調整すれば均一性を確保できる。

また、外部要因等により電磁界が不均一になる場合には、スパイラルの間隔 L を調整することにより、均一な電磁界に補正することができる。

平衡 2 線伝送線 4 の上部にガス導入のためのガス導入孔 6 が設けられる。本発明では、平衡 2 線伝送線 4 の平面に占める面積が小さ

いので、平衡 2 線伝送線 4 の上部からガスを導入してもウエハ面へのガスの流入が確保される。また、平衡 2 線伝送線 4 間を通過することによって、均一な電磁界でプラズマ化が効率よく行われることになる。

平衡 2 線伝送線 4 の取り付けの態様は適宜設計的に決定されるが、誘電体の平板で平衡 2 線伝送線 4 の上部ないし下部を支持するようにしてもよい。この場合には、支持用の誘電体の平板に適宜貫通孔を設けて、ガスの経路を設ければよい。

図 1 では、ガス導入孔 6 を 1 箇所を示したが、複数設けてもよいし、異なるガスを導入する別のガス導入孔を設けてもよい。複数のガス導入孔をチャンバ中心に対称的に設ければ、ガスの流れをより均一にすることができる。プロセスチャンバの側面のみならず上面に設けてもよい。

また、平衡 2 線の各々の導体を個別に上下に配置する場合、直接導体間にガスを導入するようにガス導入孔を導体間に配置するようにしてもよく、場合によっては、平衡 2 線伝送線の下方にガス導入孔を設けることもできる。

ウエハ 3 を載置するウエハ載置台 2 の構成は従来のものと同じであるので、詳細は省略する。必要に応じて試料載置台に下部電極を設け、高周波バイアスをかけることもできる。また、図示しないが、ウエハ搬入搬出のためのゲートバルブ、真空排気用の排気管等プラズマ処理装置に必要な部材が備えられているのも従来の装置と同様である。

図 3 に、図 1、2 で示した A 部の電磁界の詳細を示す。

図 3 に記載した、平衡 2 線伝送線 4 の導体 4 a の記号×は、電流が紙面の表から裏へ向かうことを示し、導体 4 b の記号・は、電流が紙面の裏から表に向かうことを示す。すなわち、上側の導体 4 a

には紙面の表から裏へ向かって電流が流れ、下側 4 b の導体は紙面の裏から表へ電流が流れるものである。電界 E は実線で、磁界 M は破線で示す。磁界は両導体 4 a , 4 b 間及びその近傍に破線で示したように形成され、ウェハ表面にほぼ平行かつ一様に形成される。

なお、図 3 は、スパイラルの半径方向の一部断面を示す図であり、チャンバの中心に対して対称となる反対側の半径方向断面では、電流の流れる方向は逆に、上側の導体 4 a には紙面の裏から表へ向かって電流が流れ、下側の導体 4 b には紙面の表から裏へ電流が流れるが、磁界がウェハ表面に平衡で一様に形成される点では同じである。また、 $1/2$ 波長が終端抵抗部までの長さより短い周波数においては、半径方向の位置により電界と磁界が反転して現れるが、瞬時に進行方向に移動するため進行方向に均一であることには変わりはない。

このように、平衡 2 線伝送線 4 によってスパイラル状に構成されたコイルによる電磁界は、ウェハに対して平行で、円周方向及び半径方向に平面的にほぼ均一な電磁界となり、形成されるプラズマもほぼ均一なものとなる。

また、平衡 2 線伝送線 4 の特性インピーダンスは周波数に依存しないため、幅広い周波数を利用することができ、装置の応用範囲が広がる。

ところで、平衡 2 線伝送線 4 による電磁界は、平衡 2 線を構成する導体 4 a , 4 b の各部分が作る電磁界の合成されたものである。すなわち、ある間隔を離して配置された正及び負の導体を作る電磁界の合成であるから、導体 4 a , 4 b の間隔が無視できるほどの遠方では導体 4 a , 4 b からの距離がほぼ等しくなり、各導体 4 a , 4 b による電磁界は互いに打ち消しあう。

したがって、平衡 2 線の導体 4 a , 4 b の間隔を小さくとると、

打ち消される電磁界が多くなり、近傍の電磁界は弱くなる傾向がある。大きくとると、打ち消される電磁界は小さくなり電磁界はより強くなるがチャンバ内のスペースに収まらなくなる。また、伝送線の特徴インピーダンスが変わってくる、したがって、これらの条件を考慮すると、前記したように、導体 4 a, 4 b のサイズは、丸型であれば 5 mm ϕ ~ 10 mm ϕ 程度を用い、平衡 2 線を構成する 2 つの導体 4 a, 4 b 間の間隔は 40 ~ 60 mm 程度とするのがよい。

図 4 A に示すように、平衡 2 線伝送線 4 をスパイラル状に配置することに代えて、プロセスチャンバの形状にあわせて蛇行線状に配置して、蛇行コイル 5 とすることもできる。この場合、高周波の導入はプロセスチャンバの側面から行うことになる。

図 4 B には、図 4 A の B 部の電流の流れを示す。平衡 2 線伝送線 4 の導体 4 a, 4 b に示す記号は、図 3 に示した記号と同じで、電流の方向を示す。平衡 2 線伝送線 4 を蛇行させると、スパイラル状に形成する場合とは異なり、蛇行することによって隣り合う伝送線に流れる電流の方向が相違することになり、電磁界の形成では不利な点があるが、スパイラル状に配置する場合と同様均一な電磁界が形成できる。また、隣り合う伝送線に流れる電流をスパイラルの場合と同様に同一にするには、蛇行するコーナー部でねじり部を形成し上下逆にすればよい。

図 5 に示す実施形態では、スパイラル状の平衡 2 線伝送線 4 をプラズマ形成のための減圧側 1 1 に設けずに、大気圧側 1 2 に設けたものである。このように大気圧側 1 2 にコイルを配置すると、プラズマによるコイル導体への影響はなく、コイル選択の自由度が大きくなる。図 5 では、2 枚の誘電体板 1 3、1 4 の各々にスパイラル状に導体 4 a、4 b を設けたものを終端部で負荷インピーダンスに

結線して上下の導体を組合せ、平衡 2 線伝送線 4 を形成したものである。ここで、誘電体 1 4 はたとえば石英でできており、減圧室と大気圧室とを隔てる天板となっている。

この場合、ガス導入孔 6 は平衡 2 線伝送線 4 より下に設けることになり、図 1 に示す減圧室内に平衡 2 線伝送線 4 を配置する例と比較すると、プラズマ形成に利用できる電磁界は少なくなるが、均一な電磁界を形成することができるのは同様である。

図 6 に示す実施形態は、誘電体をはさんでなる平衡 2 線伝送線 4 の 2 線 4 a, 4 b のうち 1 線 4 a が大気圧側 1 2、他の 1 線 4 b は減圧側 1 1 に配置される例である。本例は、誘電体 1 5 の表裏に平衡 2 線伝送線を構成する各 1 線 4 a, 4 b を配置したものであり、誘電体 1 5 内にはガス導入経路 1 7 が設けられ、誘電体下部にはガスが流出する貫通孔 1 8 が設けられている。平衡 2 線伝送線をすべて大気圧側に配置するものに比較して、平衡 2 線間の均一電磁界を有効に利用できるものである。

本例では、高周波の導入を側面から行っている。平衡 2 線伝送線がスパイラル状であれば、中心部で負荷インピーダンスが結線され、蛇行線状であれば対向端で負荷インピーダンスが結線される。負荷インピーダンスは、たとえば誘電体の内部を貫通して設けることもできる。

本例では、平衡 2 線伝送線 4 は、ガス導入経路 1 7 が設けられた誘電体 1 5 の表裏にスパイラル状の導体 4 a, 4 b を形成したものを使用している。しかし、誘電体表面にスパイラル状の導電体 4 a, 4 b を配置したもの 2 枚を作成し、これらの裏面を対向させて所望の間隙をあけて配置し、この間隙からなる空間をガス導入経路として用いることも可能である。

図 7 に示す実施形態（プロセスチャンバのみを図示する。）は、

誘電体 20 に平衡 2 線伝送線 4 の各 1 線となる導体 4 a、4 b を埋め込み、上下の対で平衡 2 線伝送線 4 とするもので、誘電体中の平衡 2 線伝送線 4 の中間部分にガス導入経路 23 を設け、誘電体下部のガス流出孔 24 からウエハ上にガスを流出させるもので、図 6 に示した実施形態物と同様に、平衡 2 線間の均一電磁界を有効に利用できるものである。また、導体 4 a、4 b を各々埋め込んだ誘電体 2 枚を間隙を設けて配置し、この間隙をガス導入経路としてもよい。

平衡 2 線伝送線に代えて、マイクロストリップ線路を利用して本発明の実施形態を構成することも可能である。このようにしても、形成される電磁界の均一性は確保される。

マイクロストリップ線路は接地導体面と間隔を設けてストリップ導体を設けたもので、通常接地導体面とストリップ導体との間には誘電体が介在する。マイクロストリップ線路を平衡 2 線伝送線に代えて用いるには、ガス導入経路を設けた誘電体の一方の面を接地導体面とし、誘電体のもう一方の面には、ストリップ導体をスパイラル状又は蛇行線状に設け、かつストリップ導体を設けない部分にガス流出孔を設けて、マイクロストリップコイルを形成し、このマイクロストリップコイルのストリップ導体側を減圧側に配置すればよい。

そして、ガス導入孔から誘電体中のガス導入経路を経てガスを導入し、マイクロストリップ線路による均一電磁界によりプラズマ化して、ウエハ上面にプラズマ化したガスを流す。

なお、高周波を導入するには、同軸ケーブルを直接マイクロストリップ線路に接続すればよい。また、誘電体を用いることなく接地導体面上に間隔を設けてワイヤを配置してストリップ線路とするものを用いることも可能である。この場合も、少なくともワイヤを減

圧側に配置し、接地導体面とワイヤ間の空間にガスを導入すればよい。

図 8 及び図 9 に示す装置は、プロセスチャンバ内の平衡 2 線伝送線をヒータとして利用するものである。プラズマ環境を適切な温度に設定するためにヒータを備えることが知られているが、この装置は、平衡 2 線伝送線をヒータとするもので、交流電源 31 からトランス 32、全波整流器 33、平滑器 34 を介してヒータ用直流電流を得て、平衡 2 線伝送線に供給する。

図 8 のものでは、電磁界形成用の高周波電源 9 は、2 次巻線がヒータ用電力供給線に直列に接続されるトランス 35 を介して、ヒータ用直流に重畳して高周波電流を供給する。また、図 9 のものは、電磁界形成用の高周波電源 9 は、結合コンデンサ 36 を介して、ヒータ用電力供給線に並列に接続され、ヒータ用直流に重畳して高周波電流を供給する。

このように構成することによって、ヒータを別途設ける必要のない、簡素な構成の装置を実現できる。

以上、説明したように、本発明は、平衡 2 線伝送線を用いることにより、高周波を効率よく伝送することができ、プラズマ形成のための電磁界を均一なものとすることができる。また、平衡 2 線伝送線の実インピーダンスは、使用周波数には依存しないので、幅広い周波数に対応できる。

請 求 の 範 囲

1. 電磁界により減圧室内にガスプラズマを形成し、被処理物を処理するプラズマ処理装置において、高周波電源に接続された平衡 2 線伝送線を備え、前記平衡 2 線伝送線を構成する導体は上下の關係に配置されるプラズマ処理装置。

2. 前記平衡 2 線伝送線は前記減圧室内に配置される請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

3. 前記平衡 2 線伝送線の上側にガス導入孔を備える請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

4. 前記平衡 2 線伝送線はヒータとして形成される請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

5. 前記平衡 2 線伝送線には、前記高周波電源からの高周波電流とヒータ用直流電流とが重畳する請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

6. 前記平衡 2 線伝送線は前記減圧室外に配置される請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

7. 前記平衡 2 線伝送線は、その内の 1 線が減圧室外に配置され、他の 1 線が減圧室内に配置される請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

8. 前記平衡 2 線伝送線は、誘電体の上下に設けられた 2 本の導体からなり、該誘電体にガス導入経路及びガス流出孔が設けられる請求項 7 に記載のプラズマ処理装置。

9. 前記平衡 2 線伝送線は、各導体がそれぞれ設けられた 2 枚の誘電体板からなり、該 2 枚の誘電体板の間がガス導入経路とされ、下部の誘電体板にガス流出孔が設けられる請求項 7 に記載のプラズマ処理装置。

10. 前記平衡2線伝送線は、折り曲げて配置された請求項1に記載のプラズマ処理装置。

11. 前記平衡2線伝送線は、スパイラル状に配置された請求項10に記載のプラズマ処理装置。

12. 前記平衡2線伝送線は、蛇行線状に配置された請求項10に記載のプラズマ処理装置。

13. 前記平衡2線伝送線は、隣接する伝送線の間隔が一様ではない請求項10に記載のプラズマ処理装置。

14. 前記平衡2線伝送線は、バランを介して同軸ケーブルによって高周波電源と接続される請求項1に記載のプラズマ処理装置。

15. 前記被処理物を半導体ウェハとする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

16. 電磁界により減圧室内にガスプラズマを形成するプラズマ処理装置において、高周波電源に接続されたマイクロストリップ線路を備え、前記マイクロストリップ線路は、少なくとも接地面と前記減圧室内に配置されたストリップ導体とからなり、前記接地面と前記ストリップ導体間にガス導入経路が形成されたプラズマ処理装置。

17. 前記接地面と前記ストリップ導体間には誘電体が配置され、該誘電体にガス導入経路及びガス流出孔が設けられた請求項16に記載のプラズマ処理装置。

18. 前記ストリップ導体をスパイラル状に配置する請求項16に記載のプラズマ処理装置。

19. 前記ストリップ導体を蛇行線状に配置する請求項16に記載のプラズマ処理装置。

20. 前記ストリップ導体の間隔は一様ではない請求項16に記載のプラズマ処理装置。

21. 前記被処理物を半導体ウェハとする請求項16に記載のプラズマ処理装置。

FIG. 2

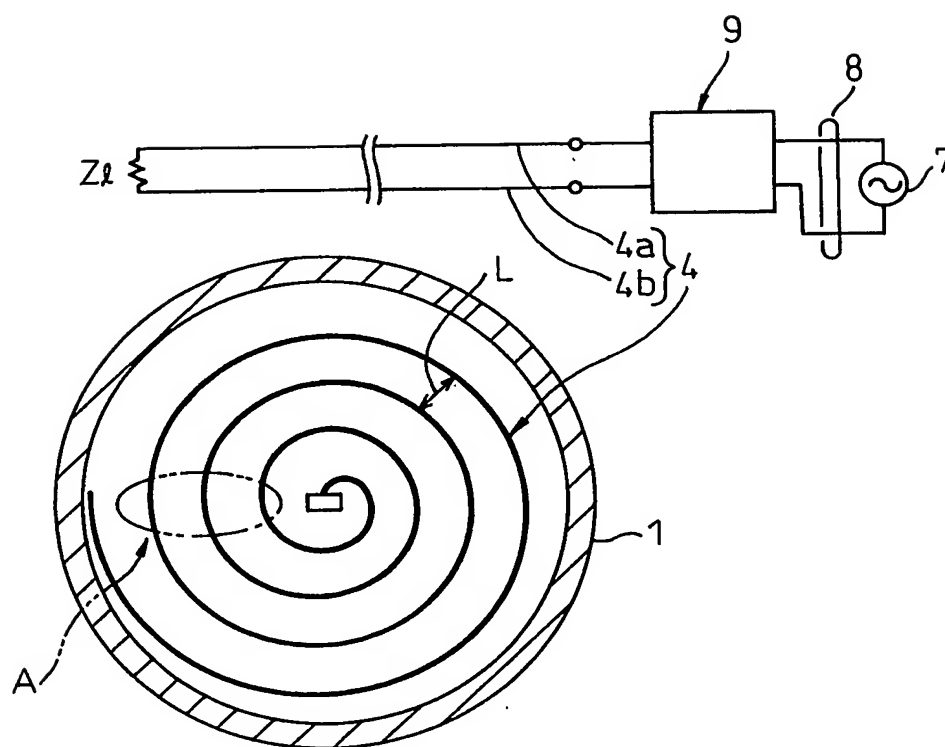


FIG.3

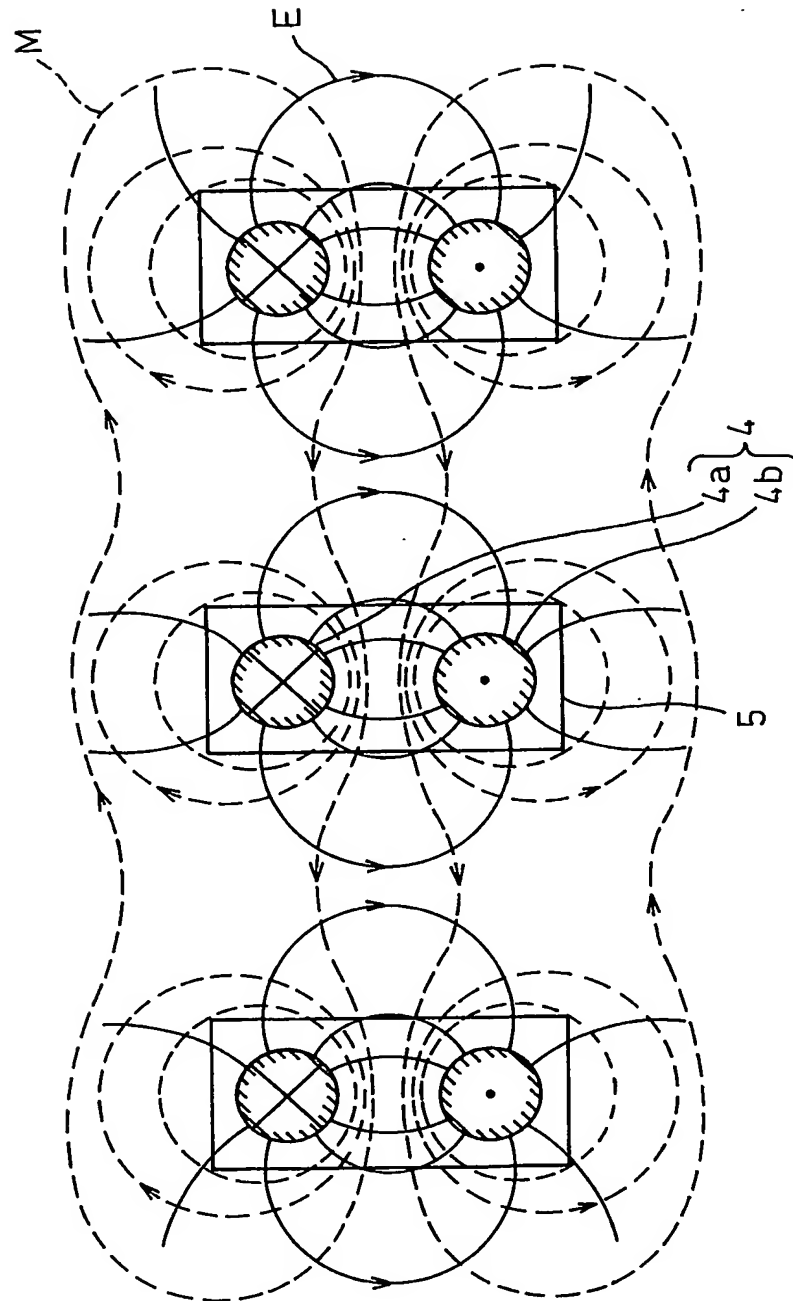


FIG. 4A

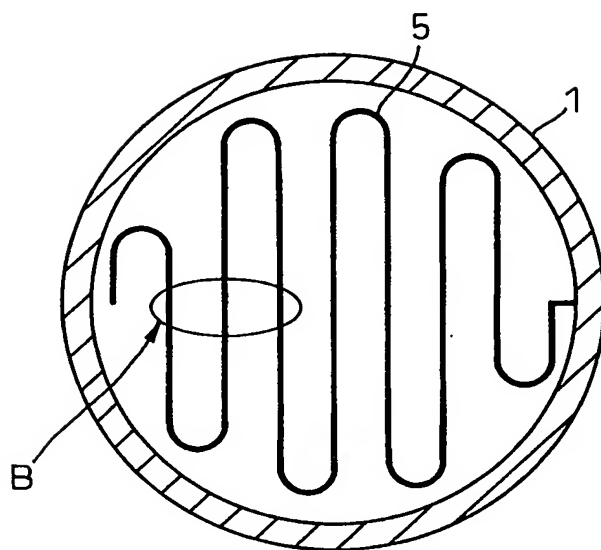


FIG. 4B

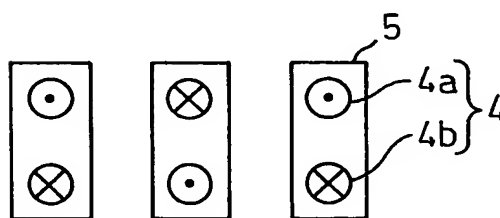


FIG. 5

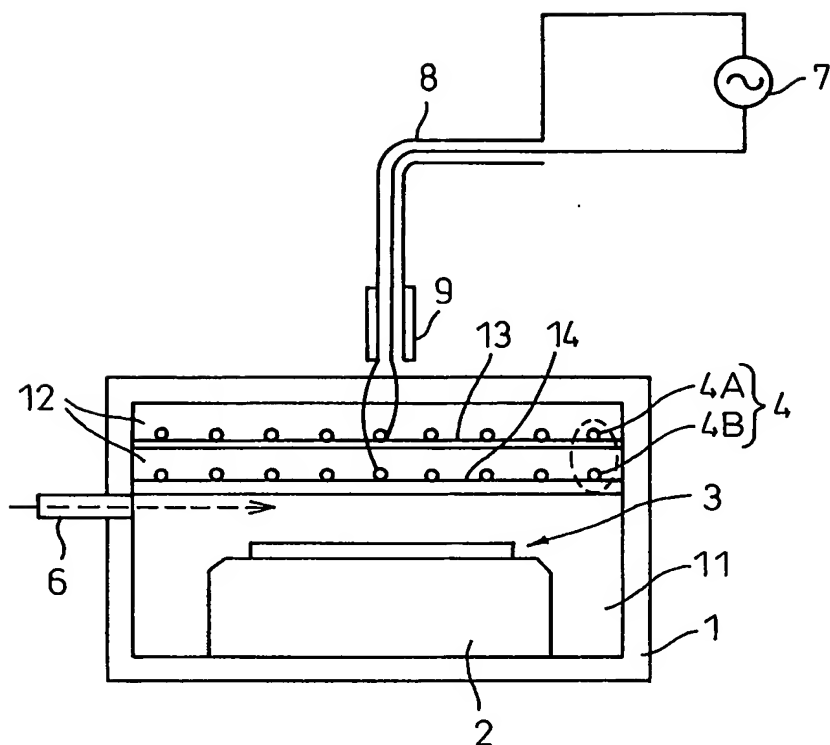


FIG. 6

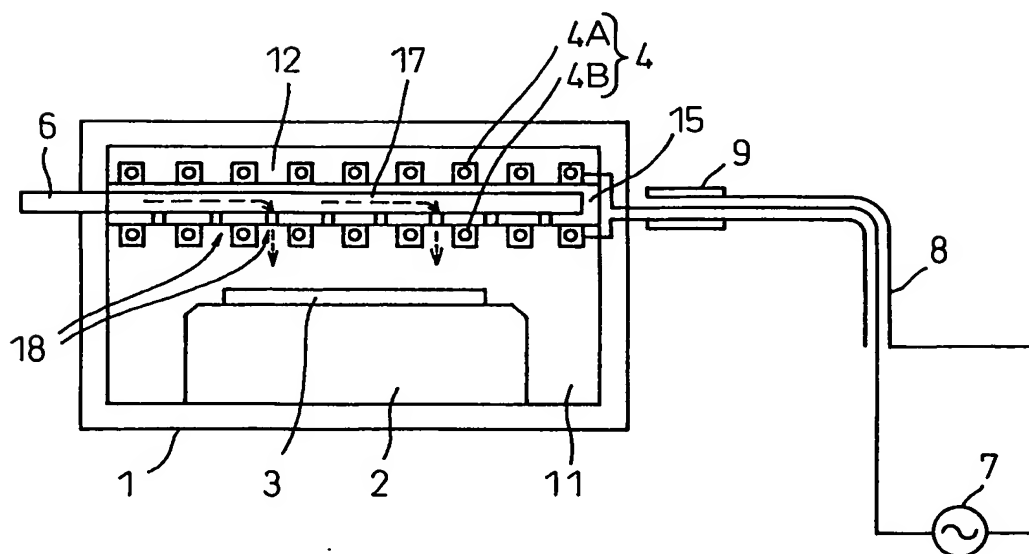


FIG. 7

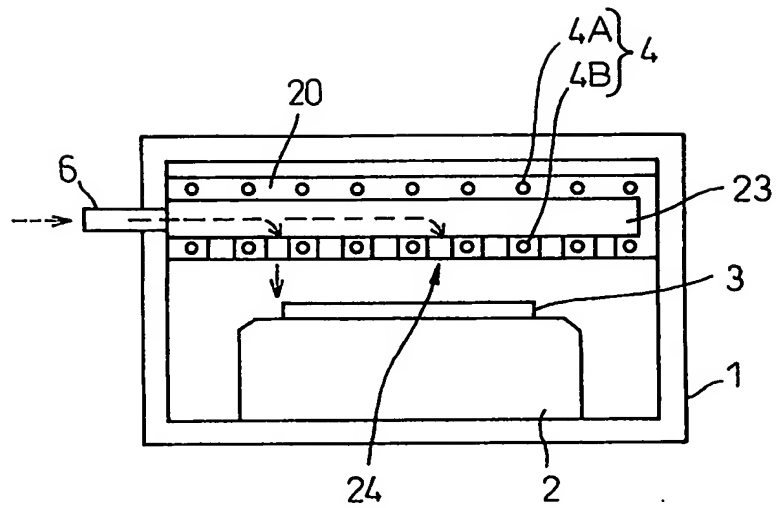


FIG. 8

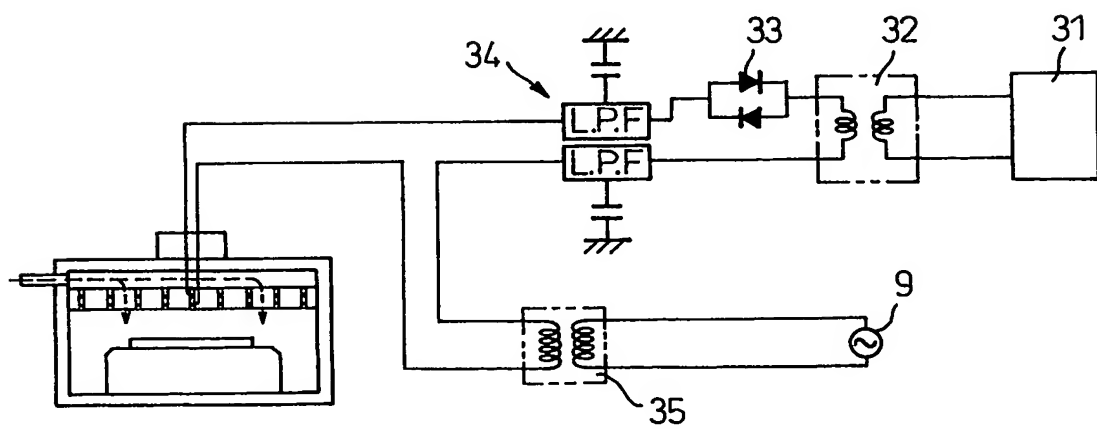
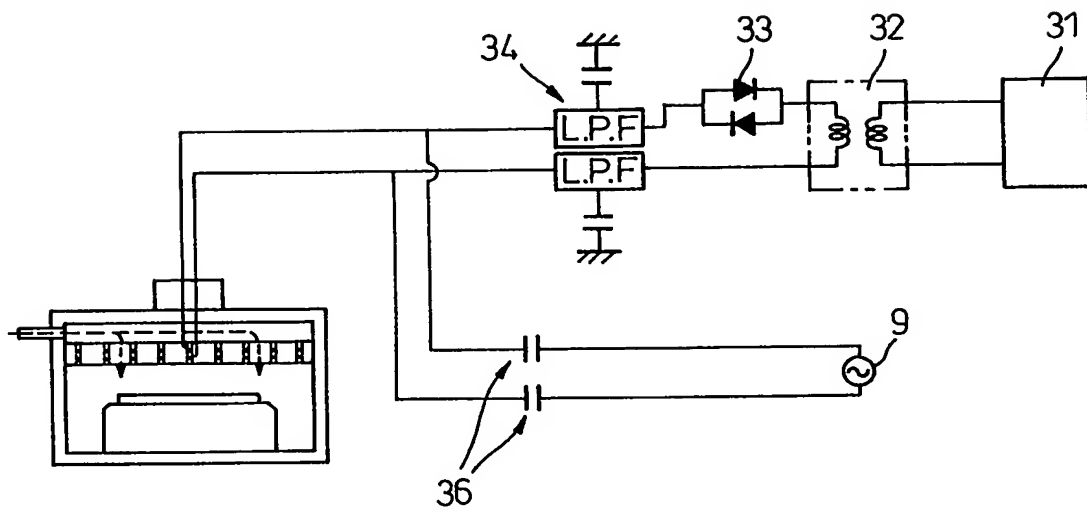


FIG. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03116

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L21/205

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2003 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2003 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2003 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X A | JP 1-181513 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 July, 1989 (19.07.89), Full text (Family: none) | 1-3, 5-21 4 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 June, 2003 (16.06.03)

Date of mailing of the international search report
01 July, 2003 (01.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/205

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| X A | J P 1-181513 A (三菱重工業株式会社), 1989. 07. 19, 全文 (ファミリーなし) | 1-3, 5-21 4 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.06.03

国際調査報告の発送日

01.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田代 吉成



4 R

9448

電話番号 03-3581-1101 内線 3470